УДК 621.927

Ю.М. ВЕРНИГОРОВ, Д.М. ПЛОТНИКОВ

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАГНИТОВИБРАЦИОННОГО СЕПАРАТОРА

Представлен магнитовибрационный сепаратор, с помощью которого можно производить сепарацию шламов шлифовального производства и получать продукты переработки высокого качества. Приведены конструктивные особенности и параметры установки.
Ключевые слова: *магнитовибрирующий слой, магнитовибрационная сепарация, пермеаметр, шлам.*

Введение. В современном производстве по-прежнему остаются нерешёнными задачи, связанные с утилизацией отходов жизнедеятельности человека. В нашей стране работает около двух десятков подшипниковых заводов и ряд других предприятий, на которых применяют процессы шлифования. На одном только ГПЗ-10 в год скапливается несколько сотен тонн шлифовального шлама. А между тем утилизация шлифовального шлама может превратиться для предприятия в статью дохода.

Целью работы является описание конструктивных особенностей опытной магнитовибрационной установки, предназначенной для сепарации шлама подшипникового производства.

Эксперимент. Технологический процесс (рис.1) переработки шлифовального шлама многостадийный и начинается с отделения 2 смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). Отмывка СОЖ производится в 70%-ных щелочных растворах каустической соды (NaOH) либо едкого калия (KOH) в подогреваемом до 100-150ºС резервуаре 1. Резервуар располагается в межполюсном пространстве электромагнитов 10 и 11, что позволяет обеспечить бесконтактное перемешивание шлама в щелочном растворе. В итоге на поверхности образуется густой слой СОЖ, который сливается в отстойник для последующей её регенерации и производится промывка осадка шлифовального шлама. Содержание СОЖ в шламе составляет примерно 20-25% от массы шлама, загружаемого в резервуар (m=300 г). Получившийся осадок обезжиренного шлифовального шлама быстро просушивается 3 при температуре 200-250°С. Необходимость быстрой сушки очевидна, так как при длительном нахождении шлама во влажном состоянии происходит интенсивное окисление. Сушка ведется внутри керамической (алундовой) трубки с намотанной на нее спиралью. После отделения СОЖ и последующей сушки шлам принимает вид серовато-тёмной массы с вкраплениями красных ... фовального шлама пр... ывается в сборник. ... ив составляет 2-4 ...

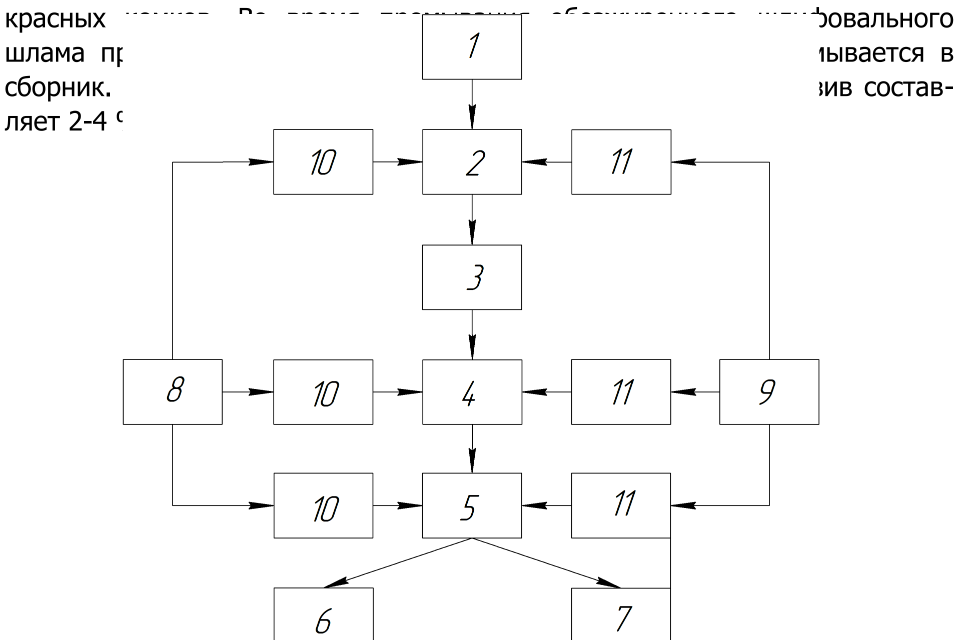


Рис.1. Блок-схема технологического процесса сепарации: 1 – нагревательный элемент; 2 – резервуар для очистки СОЖ; 3 – алундовая трубка; 4 – бильная мельница; 5 – профиль из немагнитного материала; 6 – накопитель абразива; 7 – накопитель металлического порошка; 8 – блок питания постоянного тока; 9 – блок питания переменного тока; 10 – постоянный электромагнит; 11 – пермеаметр

В дальнейшем для повышения качества сепарации производится измельчение трудноразрушимых коагуляций шлифовального шлама в бильной мельнице 4. В процессе измельчения шлам просеивается через сито (размер ячейки 0,63 мм). Операция проводится в магнитовибрирующем слое (МВС), создаваемом электромагнитами 10 и 11, так как в обычных условиях шлифовальный шлам не поддается просеву из-за спиралевидной формы частиц металла и большим межчастичным взаимодействием.

Заключительным этапом является процесс разделения магнитной и немагнитной фракций шлама 5 в магнитовибрирующем слое [1], образованном в общем межполюсном пространстве двух электромагнитов, создающих постоянное и переменное магнитное поле. Эффективность разделения определяется степенью разрушения агрегатов мелкодисперсной металлической фракции [2], в объёме которых содержится абразивная крошка. Конструктивные особенности установки, реализующей разделение металлических и абразивных порошков, приведены на рис.2. В межполюсное пространство постоянного 1 и переменного 2 электромагнитов с разомкнутыми магнитопроводами помещен профиль цилиндрического сечения из немагнитного материала 5. Создаваемый за счет формы сердечника пермеаметра по всей длине магнитопровода градиент индукции магнитного поля позволяет образовать устойчивый МВС в любой точке межполюсной зоны.

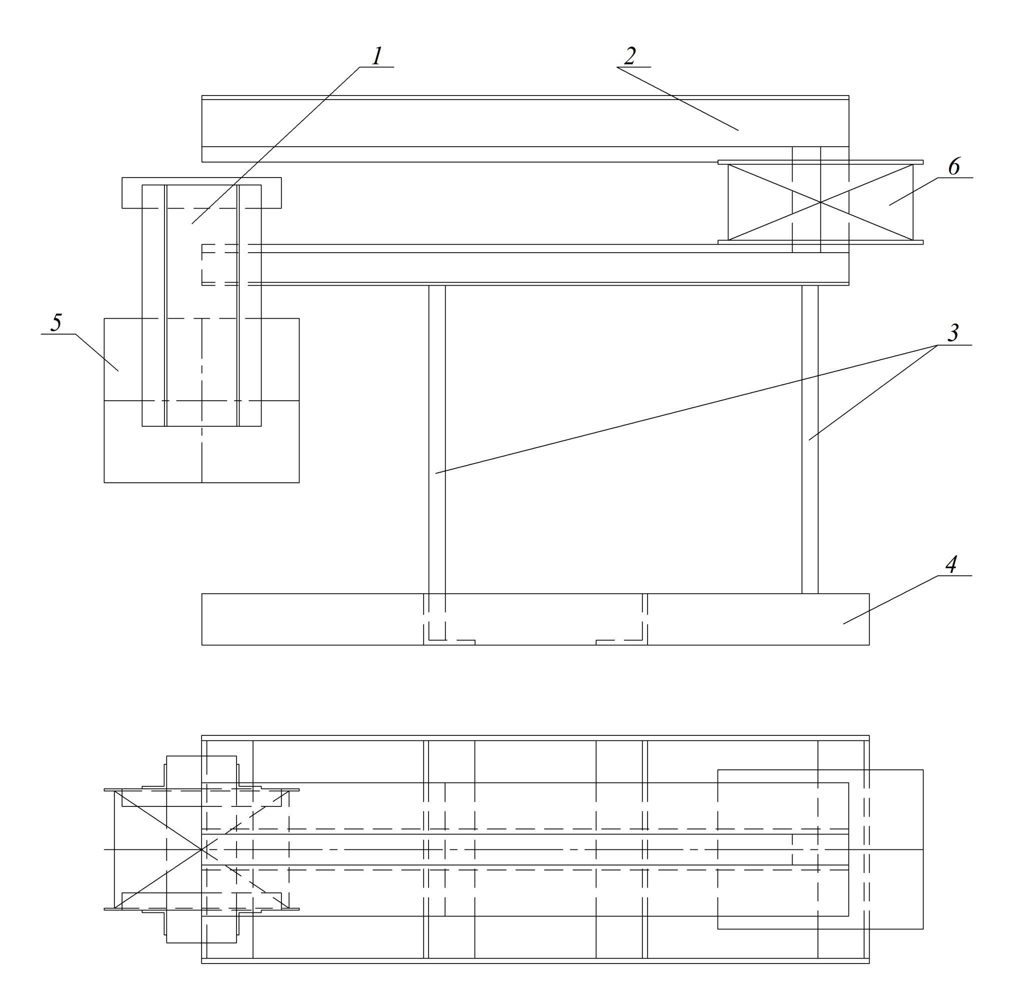
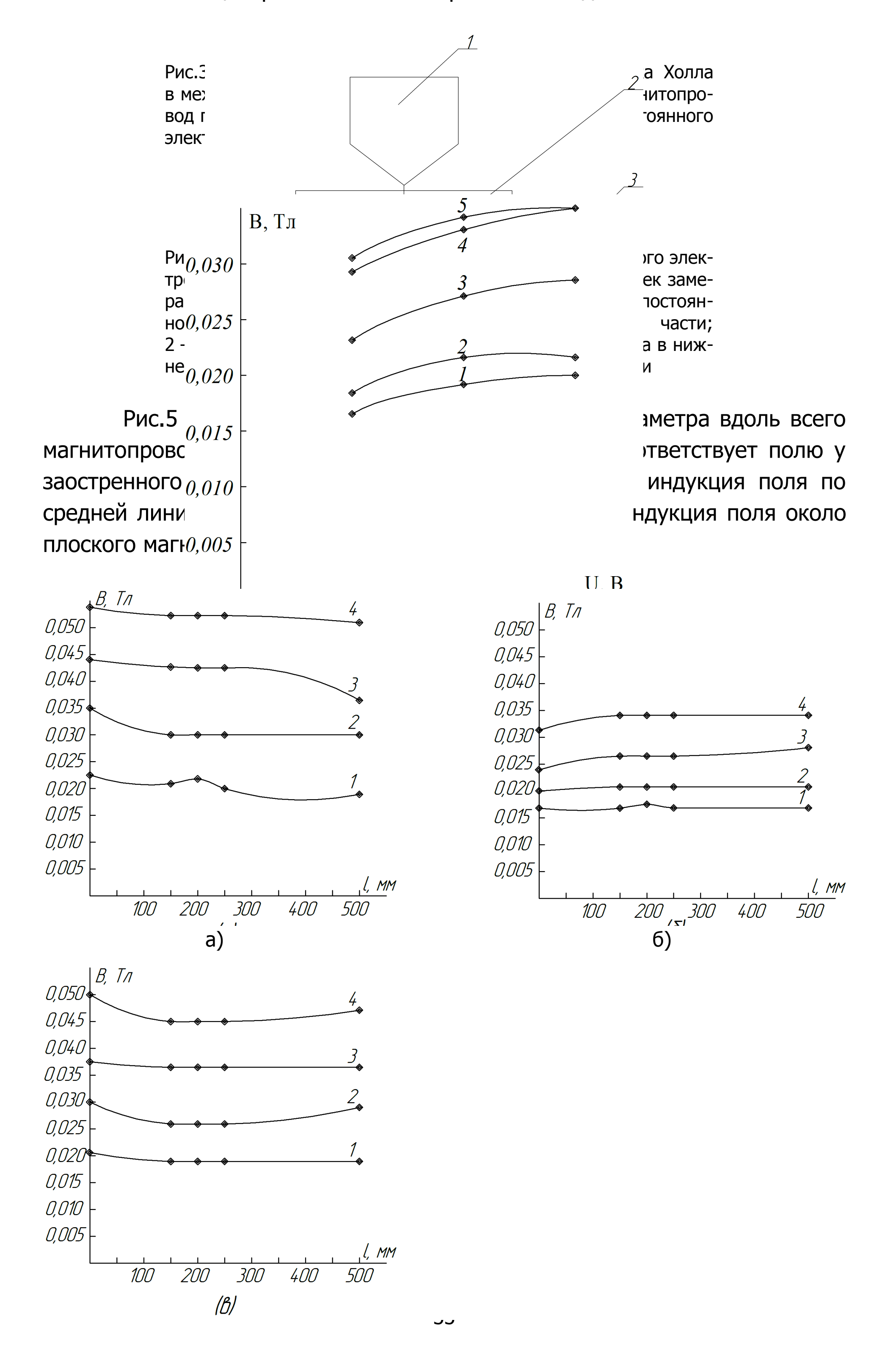


Рис.2. Принципиальная схема магнитовибрационной установки: 1 – магнитопровод постоянного магнита; 2 – магнитопровод переменного магнита; 3 – немагнитные стойки; 4 – станина; 5 – катушка постоянного магнита; 6 – катушка переменного магнита

Регулировка магнитных полей производится следующим образом: ток, подаваемый на постоянный электромагнит от выпрямителя ВУ-110/24 регулируется реостатом, переменный ток, который подаётся на пермеаметр, регулируется с помощью РНО-250-5. Значения напряжений и силы токов измеряются амперметрами и вольтметрами (переменный ток – амперметром марки Э8021Т2 0 – 10А; вольтметром – Э8021 0 – 250В; постоянный – амперметром – М4200 0 – 2А; вольтметром – М381 0 – 50В). Магнитовибрационная установка рассчитана на работу в диапазоне 0-40В по постоянному и 0-250В по переменному напряжению. При этих значениях электромагниты создают индукцию магнитного поля между полюсами в пределах: постоянный магнит в зазоре 83мм 30-35 мТл, пермеаметр в зазоре 95мм 31,4-54,2мТл и градиент индукции 0,648 Тл/м.

На рис.4 приведены зависимости индукции магнитного поля постоянного магнита от приложенного напряжения, измеренные в точках межполюсного пространства с помощью датчика Холла, положение которого задавалось трафаретом (рис.3). Установлено, что индукция постоянного поля

максимальна в 20 мм от центра в верхней части межполюсного пространства и составляет 30-35 мТл, и уменьшается к периферийным областям в 40 мм от центра в нижней и верхней части до 16-21 мТл.



Шлам подается дозированно в профиль из немагнитного материала 5 (см.рис.1), расположенный между магнитопроводами электромагнитов. Отделившийся абразив осыпается на дно профиля и по специальному конвейеру попадает в контейнер 6. Минимальное время сепарации соответствует следующим параметрам: напряжение на катушке постоянного магнита – 40В, напряжение, подаваемое на катушку пермеаметра, 250В.

Для оценки эффективности сепарации методом нерастворимого остатка определяли содержание абразива в шламе и рассчитывали относительную массу выделяемого абразива за заданный интервал времени. Зависимость содержания отделившегося абразива от времени представлена на рис.6. Как видно из графика, при данном режиме уже через 3 минуты наблюдается полное разделение металлического порошка и абразива.

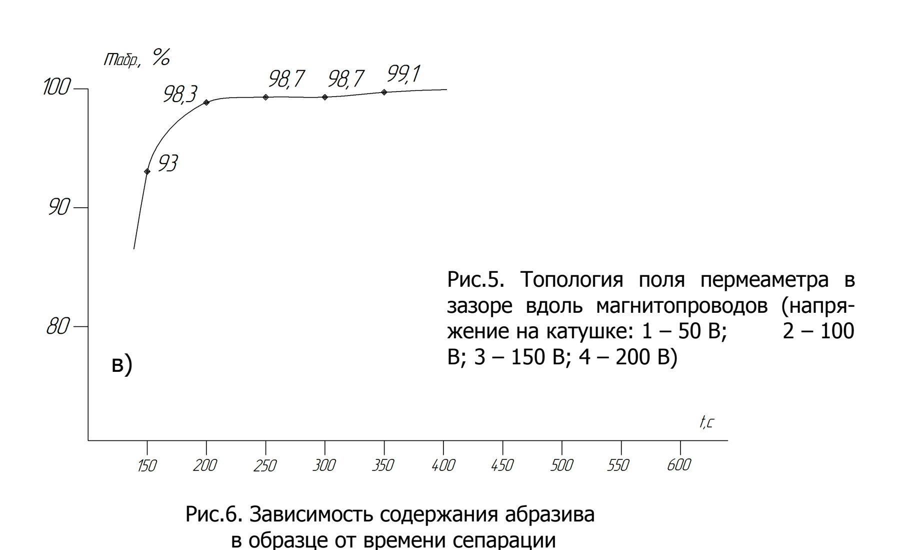


Рис.5. Топология поля пермеаметра в зазоре вдоль магнитопроводов (напряжение на катушке: 1 – 50 В; 2 – 100 В; 3 – 150 В; 4 – 200 В)

Рис.6. Зависимость содержания абразива в образце от времени сепарации

Выводы. В итоге технологический процесс магнитовибрационной сепарации шлама шлифовального производства подшипников можно представить как последовательность следующих этапов. Первый этап предполагает удаление из шлама СОЖ, на что затраты времени составляют 10-20 минут, второй – промывка в течение 5 минут очищенного от СОЖ шлама и его сушка, третий – измельчение в бильной мельнице и просев в течение 2 минут, четвёртый – сепарация в магнитовибрирующем слое в течение 2-3 минут. Таким образом, на процесс сепарации с учётом этапов подготовки шлама затраты времени составляют от 20 до 30 минут.

Библиографический список

1. *Вернигоров Ю.М.* Использование магнитовибрирующего слоя в технологиях порошковой металлургии / Ю.М. Вернигоров, Ю.А. Гордин // Вопросы вибрационной технологии: межвуз.

сб. науч. ст. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 1999. – С. 70-75.

2. *Вернигоров Ю.М.* Измельчение ферромагнитных материалов в магнитовибрирующем слое / Ю.М. Вернигоров, С.И. Егорова, И.Н. Егоров // Современные проблемы машиноведения и высоких технологий: тр. международ. науч.-техн. конф., посвященной 75-летию Донского государственного технического университета. – Ростов н/Д, 2005. – Т.11. – С. 23-27.

Материал поступил в редакцию 08.10.2007.

YU. M. VERNIGOROV, D. M. PLOTNIKOV

CONSTRUCTIVE FEATURES OF MAGNETOVIBRATING SEPARATOR

Magnetovibrating separator with abilities to distribute grinding production slime and to obtain high quality conversion products is proposed. Constructive features and parameters of the device are presented.

ВЕРНИГОРОВ Юрий Михайлович (р. 1941), доктор технических наук (1995), профессор кафедры физики ДГТУ. Окончил РГУ (1964) по специальности «Радиофизика».
Научные интересы: порошковая металлургия, взаимодействие дисперсных магнитных систем в электромагнитном поле.
Имеет более 100 научных публикаций.

ПЛОТНИКОВ Дмитрий Михайлович (р. 1984), аспирант кафедры физики ДГТУ. Окончил ДГТУ (2005) по специальности «Технология художественной обработки материалов»
Имеет 3 научные публикации в области магнитовибрационной технологии.